

# SENSOR AND METHOD OF PRODUCING THE SAME

Publication number: JP3447062B2

Publication date: 2003-09-16

Inventor:

Applicant:

Classification:

- international: G01L9/00; G01P1/02; G01P15/08; G01P15/125; G01L9/00;  
G01P1/00; G01P15/08; G01P15/125; (IPC1-7): G01L9/12;  
G01P15/125; H01L29/84

- european: G01L9/00D1; G01L9/00D6B; G01P1/02B; G01P15/08A;  
G01P15/125

Application number: JP19990545631T 19990311

Priority number(s): JP19980061111 19980312; WO1999JP01190 19990311

Also published as:



EP0982576 (A1)  
WO9946570 (A1)  
US6382030 (B1)  
CN1138136C (C)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for JP3447062B2

Abstract of corresponding document: EP0982576

Pads 24 and 25 to be bonded to connection members are formed at positions where the pads face electrode extraction holes 4a to 4c. A bonding agent 12 low in wettability for the surfaces of electrodes 1 and 3 is used. The bonding agent 12 and high-wettability material form the surfaces of the pads 24 and 25. This can firmly bond the connection members to the electrodes 1 and 3, and can prevent the electrodes 1 and 3 from short-circuiting.

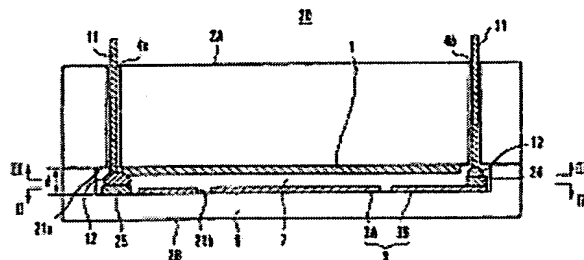


FIG. 1

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3447062号  
(P3447062)

(45) 発行日 平成15年 9 月16日 (2003. 9. 16)

(24) 登録日 平成15年 7 月 4 日 (2003. 7. 4)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

G 0 1 L 9/12

G 0 1 L 9/12

G 0 1 P 15/125

G 0 1 P 15/125

H 0 1 L 29/84

H 0 1 L 29/84

Z

請求項の数18(全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平11-545631

(86) (22) 出願日 平成11年 3 月11日 (1999. 3. 11)

(86) 国際出願番号 P C T / J P 9 9 / 0 1 1 9 0

(87) 国際公開番号 W O 9 9 / 0 4 6 5 7 0

(87) 国際公開日 平成11年 9 月16日 (1999. 9. 16)

審査請求日 平成13年10月 1 日 (2001. 10. 1)

(31) 優先権主張番号 特願平10-61111

(32) 優先日 平成10年 3 月12日 (1998. 3. 12)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(73) 特許権者 999999999

株式会社山武

東京都渋谷区渋谷 2 丁目12番19号

(72) 発明者 木原 隆

東京都渋谷区渋谷 2 丁目12番19号 株式  
会社山武内

(72) 発明者 石倉 義之

東京都渋谷区渋谷 2 丁目12番19号 株式  
会社山武内

(72) 発明者 増田 誉

東京都渋谷区渋谷 2 丁目12番19号 株式  
会社山武内

(74) 代理人 999999999

弁理士 山川 政樹

審査官 北川 創

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 センサおよびその製造方法

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の電極取出し穴によって外部と連通するキャビティが内部に形成されたセンサ本体と、前記キャビティ内に互いに対向して設けられた一対の電極と、

前記電極取出し穴より前記キャビティ内に挿通されかつ対応する前記電極にそれぞれ電気的に接続される複数本の接続部材と、

前記キャビティ内における前記電極取出し穴と対向する位置に設けられるとともに対応する前記接続部材と接合されかつ導電材料からなるパッドとを備え、

前記接続部材の前記パッド表面に対する濡れ性は、前記接続部材の前記電極表面に対する濡れ性よりも高いことを特徴とするセンサ。

【請求項 2】 請求項 1 において、

2

前記パッドは、前記電極取出し穴と対向する位置にある前記電極の面上に形成されており、

この電極は、前記パッドを介して対応する前記接続部材と接続されていることを特徴とするセンサ。

【請求項 3】 請求項 2 において、

前記接続部材は、

前記電極取出し穴より前記キャビティ内に挿通された接続ピンと、

前記接続ピンを前記パッドと接合する接合剤とを備えることを特徴とするセンサ。

【請求項 4】 請求項 3 において、

前記接合剤の材料は、Sn-Agであり、

前記電極の表面の材料は、Ptであり、

前記パッドの表面の材料は、Auであることを特徴とするセンサ。

【請求項5】請求項1において、

前記パッドは、前記キャビティを形成する前記センサ本体の内面のうち前記電極取出し穴側と反対側の面上で前記電極取出し穴と対向する位置に形成されており、前記電極取出し穴側に設けられた前記電極は、対応する前記接続部材と接触していることを特徴とするセンサ。

【請求項6】請求項5において、

前記接続部材は、前記電極取出し穴より前記キャビティ内に挿通された接続ピンと、前記接続ピンを前記パッドおよび前記電極取出し穴側に設けられた前記電極と接合する接合剤とを備えることを特徴とするセンサ。

【請求項7】請求項6において、

前記接合剤の材料は、Sn-Agであり、前記電極の表面の材料は、Ptであり、前記パッドの表面の材料は、Auであることを特徴とするセンサ。

【請求項8】請求項1において、

前記接続部材は、前記キャビティ内における前記パッド上の空間および前記電極取出し穴を埋め込む半田からなることを特徴とするセンサ。

【請求項9】請求項8において、

前記半田の材料は、Sn-Agであり、前記電極の表面の材料は、Ptであり、前記パッドの表面の材料は、Auであることを特徴とするセンサ。

【請求項10】請求項8において、

前記電極取出し穴は、前記センサ本体の外側から内面に向かって内径が小さくなっていくようなテーパがついていることを特徴とするセンサ。

【請求項11】請求項8において、

前記電極取出し穴の内面の少なくとも一部が前記半田に対して濡れ性の高い材料で覆われていることを特徴とするセンサ。

【請求項12】センサ本体の内部に複数個の電極取出し穴によって外部と連通するキャビティが形成され、前記キャビティ内に互いに対向して一対の電極が設けられ、半田との濡れ性が前記電極よりも高い導電材料からなる複数個のパッドが前記キャビティ内における前記電極取出し穴と対向する位置にそれぞれ設けられた部材を用意し、前記電極取出し穴から前記キャビティ内の前記パッド上に溶融した前記半田を流し込んで、前記キャビティ内における前記パッド上の空間および前記電極取出し穴を溶融した前記半田で満たし、溶融した前記半田を冷却して、前記電極取出し穴に埋め込まれた前記半田によって前記キャビティ内の前記電極を取り出すことを特徴とするセンサの製造方法。

【請求項13】請求項12において、

前記センサ本体の外側における前記電極取出し穴の入口に所定の大きさの前記半田の塊を配置し、前記半田を加熱溶融して流し込むことを特徴とするセンサの製造方法。

【請求項14】請求項13において、

前記電極取出し穴の入口の周囲にジグを取り付けた後で前記半田の塊を配置することを特徴とするセンサの製造方法。

【請求項15】請求項13において、

10 前記センサ本体外の圧力を前記キャビティ内の圧力よりも高くして前記半田を加熱溶融することを特徴とするセンサの製造方法。

【請求項16】請求項12において、

前記パッドは前記電極取出し穴と対向する位置にある前記電極の面上に形成されており、このパッドに前記半田を接合することを特徴とするセンサの製造方法。

【請求項17】請求項12において、

20 前記パッドは前記キャビティを形成する前記センサ本体の内面のうち前記電極取出し穴側と反対側の面上で前記電極取出し穴と対向する位置に形成されており、前記電極取出し穴側に設けられた前記電極に前記半田を接触させることを特徴とするセンサの製造方法。

【請求項18】請求項12において、

レーザー加工を用いて前記電極取出し穴を形成することを特徴とするセンサの製造方法。

【発明の詳細な説明】

#### 1. 技術分野

本発明は、被測定媒体の圧力を検出する静電容量式圧力センサ、加速度を測定する加速度センサ等のセンサおよびその製造方法に関し、特に互いに対向して配置された電極の取出構造の改良に関するものである。

#### 2. 背景技術

静電容量式圧力センサは、板状に形成した固定電極と可動電極とをセンサ本体のキャビティ内に近接させて平行に対向配置し、ダイアフラムの変位に伴う両電極間の容量変化を検出することで被測定媒体の圧力を測定するものであり、特開平6-265428号公報（以下、先行技術という）等に記載されているように従来から種々提案されている。このような圧力センサにおける電極取出し構造は、通常電極取出し穴よりキャビティ内に挿通された接続ピンを半田、ペースト（金属粉をバインダで練ったもの）等の接合剤で電極に接合して構成される。

図12は上記先行技術に記載された静電容量式圧力センサを示す断面図、図13は図12のD-D'線方向の断面図、図14は図12のE-E'線方向の断面図である。

図12に示されるように、直接接合されたサファイアからなる第1、第2の基板202A、202Bとでセンサ本体202を形成し、このセンサ本体202の内部に固定電極201と可動電極203とを平行に対向させて配置することにより静電容量式センサを構成している。

第1の基板202Aは第2の基板202Bより厚みが厚い。第1の基板202Aには3つの電極取出し穴204と1つの大気圧導入用穴205とが厚み方向に貫通して形成され、これによりセンサ本体202内に形成したキャビティ207が外部と連通している。

第2の基板202Bの第1の基板202Aと対向する内面の中央部には凹部208が形成されており、この凹部208と第1の基板202Aの内面とによって囲まれた空間が前記キャビティ207を形成している。また、第2の基板202Bの中央部は、前記凹部208によって厚みを薄くすることにより

ダイアフラム209をなしている。

第2の基板202Bは厚みの厚い外周部10で第1の基板202Aに直接接合されている。第1の基板202Aと第2の基板202Bとは材質が同じで接合面に介在物がいないので、接合による残留応力が殆どない。このため、使用時にダイアフラム209の変形を招くような経時変化が起きない特長を有しているため、安定したセンサとしての特性が得られる。

可動電極203は、圧力に対して敏感なセンシング用電極203Aと、圧力に対して殆ど感度をもたないリファレンス用電極203Bとで構成されている。両電極203A、203Bの出力差をとることで温度変化、環境の変化による影響を相殺することができる。

第1の基板202Aに形成された3つの電極取出し穴204、すなわち図14cに示す穴204a、204b、204cは、固定電極201、センシング用電極203A、リファレンス用電極203Bのそれぞれに対応している。電極取出し穴204aは、固定電極201に設けた電極取出し部214を貫通する位置に形成される。また、電極取出し穴204b、204cは、センシング用電極203A、リファレンス用電極203Bに設けた電極取出し部215A、215Bに対応する位置にそれぞれ形成される。

次に、電極取出しについて説明する。図15は図13のF-F'線方向の拡大断面図、図16は図13のG-G'線方向の拡大断面図である。

第2の基板202Bの基板素材としてのウエハ上に第1の基板202Aを直接接合した後、ウエハをダイシングによってチップに分割する。次に、予め下端部に半田（または導電性ペースト）212が塗布された接続ピン211を可動電極203用の電極取出し穴204b、204cに順次挿入（実際は圧入）して、センシング用電極203A、リファレンス用電極203Bの電極取出し部215A、215Bにそれぞれ接触させる。この状態で加熱して一旦半田212を溶融した後、冷却固化させる。これにより図15に示されるようにセンシング用電極203A、リファレンス用電極203Bと接続ピン211とがそれぞれ電氣的に接続される。

また、図16に示されるように下端部に導電性ペースト213（または半田）が塗布された接続ピン211を固定電極201用の電極取出し穴204aに圧入して、固定電極201と接続ピン211とを導電性ペースト213を介して電氣的に接続する。

### 3. 発明の明示

〔発明が解決しようとする課題〕

上記したように従来の静電容量式圧力センサにおいては、電極201、203と接続ピン211とを半田212または導電性ペースト213を用いて機械的および電氣的に接続しているが、以下に述べるような問題があった。

すなわち、可動電極203と接続ピン211とを接続する場合、接合剤として半田212を用いると、可動電極203との濡れ性が低いと十分な接合強度が得られず、反対に濡れ性が高いと、溶融半田212が電極取出し部215A、215Bから流れ出して固定電極201と可動電極203とが短絡してしまうという問題があった。

接合剤として導電性ペースト213を用いると、半田212と同様に、導電性ペースト213の量が少なすぎると接合強度の低下や導電不良を招き、多すぎると固定電極201に接触して固定電極201と可動電極203とが短絡してしまうという問題があった。

一方、固定電極201と接続ピン211とを接続する場合は、図16に示すように固定電極201が接続ピン211の当接する面に形成されていないため、言い換えれば固定電極201がセンサ本体202の電極取出し穴204aが形成されている側の内面に設けられているため、半田を用いては導通を取ることが非常に難しい。

導電性ペースト213を用いれば何とか導通をとることができるが、可動電極203の場合と同じく、導電性ペースト213の量の多少により可動電極203との短絡や固定電極201との導通不良になるおそれがある。

〔課題を解決するための手段〕

本発明はこのような課題を解決するためになされたものであり、その目的は、接続ピン等の接続部材と電極との接合強度が大であるセンサを実現することにある。

また他の目的は、電極どうしの短絡を防止できるセンサを実現することにある。

また他の目的は、上記接続部材と電極との確実な導通を得ることができるセンサを実現することにある。

また他の目的は、歩留まりがよく量産性に優れたセンサを実現することにある。

このような目的を達成するために、本発明のセンサは、複数個の電極取出し穴（4a、4b、4c、31、104a、104b、104c、131）によって外部と連通するキャビティ（7）が内部に形成されたセンサ本体（2）と、キャビティ内に互いに対向して設けられた一対の電極（1、3）と、電極取出し穴よりキャビティ内に挿通されかつ対応する電極にそれぞれ電氣的に接続される複数本の接続部材（11、12、111）と、キャビティ内における電極取出し穴と対向する位置に設けられるとともに対応する接続部材と接合されかつ導電材料からなるパッド（24、25）とを備え、接続部材のパッド表面に対する濡れ性は接続部材の電極表面に対する濡れ性よりも高いことによって特徴づけられる。接続部材はパッド表面との濡れ性が高いので、溶融

された接続部材の一部はパッド表面全体に広がり、接続部材はパッドに強固に接合される。これにより、接続部材と電極との的確な導通を得られる。また、接続部材は電極表面との濡れ性が低いので、熔融された接続部材の一部がパッド上から仮に溢れ出たとしても、電極表面に沿って流れ難い。このため接続部材が、対をなす電極の両方と接触することがないので、電極間の短絡を招くおそれが少ない。

上記センサの一構成例は、パッド(24)が電極取出し穴(4a,4b,4c,31)と対向する位置にある電極(3,3A,3B,15A,15B)の面上に形成されており、この電極がパッドを介して対応する接続部材(11,12)と接続されている。これにより、電極と異なる方向から接続部材で電極を取り出せる。

この場合、接続部材の一構成例は、電極取出し穴よりキャビティ内に挿通された接続ピン(11)と、接続ピンをパッドと接合する接合剤(12)とを備える。すなわち、接合剤によって接続ピンをパッドに接合して接続部材を形成するので、接続部材と電極との極めて確実な導通が得られる。

接合剤の材料としてSn-Agを用いる場合、電極表面の材料をPt、パッド表面の材料をAuとして、上記センサを構成してもよい。Sn-AgはAuとの濡れ性が高く、Ptとの濡れ性が低いからである。

また、上記センサの他の構成例は、パッド(25)が、キャビティを形成するセンサ本体の内面(21a,21b)のうち電極取出し穴側と反対側の面(21b)上で電極取出し穴と対向する位置に形成されており、電極取出し穴側に設けられた電極(1)が、対応する接続部材(11,12)と接触している。これにより、電極と同方向から接続部材で電極を取り出せる。

この場合、接続部材の一構成例は、電極取出し穴よりキャビティ内に挿通された接続ピン(11)と、接続ピンをパッドおよび電極取出し穴側に設けられた電極と接合する接合剤(12)とを備える。すなわち、接合剤によって接続ピンをパッドに接合して接続部材を形成する。この場合、対向位置に接合剤との濡れ性が高いパッドを設けたので、接合剤が接合ピンを伝って電極面まで到達し、電極と接続ピンを確実に導通させることができる。したがって、接続不良を少なくできる。

接合剤の材料としてSn-Agを用いる場合、電極表面の材料をPt、パッド表面の材料をAuとして、上記センサを構成してもよい。

また、上記センサにおける接続部材の他の構成例は、キャビティ内におけるパッド上の空間および電極取出し穴(104a,104b,104c,131)を埋め込む半田からなる。すなわち、電極取出し穴を半田で埋め込み、この半田を接続部材として利用するので、簡単に接続部材を形成できる。

半田の材料としてSn-Agを用いる場合、電極表面の材

料をPt、パッド表面の材料をAuとして、上記センサを構成してもよい。

この場合、電極取出し穴は、センサ本体の外表面から内面に向かって内径が小さくなっていくようなテーバーがついていてもよい。このテーバーにより、熔融半田の流れ込みがスムーズになる。

また、この場合、電極取出し穴の内面の少なくとも一部が半田に対して濡れ性の高い材料で覆われていてもよい。これにより、熔融された半田が電極取出し穴を流れやすくなる。

また、本発明のセンサ製造方法は、センサ本体(2)の内部に複数個の電極取出し穴(104a,104b,104c,131)によって外部と連通するキャビティ(7)が形成され、キャビティ内に互いに対向して一対の電極(1,3)が設けられ、半田(111)との濡れ性が電極よりも高い導電材料からなる複数個のパッド(24,25)がキャビティ内における電極取出し穴と対向する位置にそれぞれ設けられた部材を用意し、電極取出し穴からキャビティ内のパッド上に熔融した半田を流し込んでキャビティ内におけるパッド上の空間および電極取出し穴を熔融した半田で満たし、熔融した半田を冷却して、電極取出し穴に埋め込まれた半田によってキャビティ内の電極を取り出すことによって特徴づけられる。これにより、電極取出し穴を埋め込んだ半田を接続部材として利用するセンサを形成できる。

この場合、センサ本体の外表面における電極取出し穴の入口に所定の大きさの半田の塊(111A)を配置し、この半田の塊を加熱熔融して電極取出し穴から流し込んでもよい。

さらに、電極取出し穴の入口の周囲にジグ(127)を取り付けた後で半田の塊を配置することで、所望の位置に半田の塊を確実に配置できる。

また、センサ本体外の圧力をキャビティ内の圧力よりも高くして半田を加熱熔融する。これにより、熔融された半田を強制的にパッド上に流し込むことができる。

上記の製造方法において、パッド(24)が電極取出し穴と対向する位置にある電極(3A,3B,15A,15B)の面上に形成されている場合、このパッドに半田を接合する。これにより、電極取出し穴側と反対側の電極を半田からなる接続部材で取り出せる。

逆に、パッド(25)がキャビティを形成するセンサ本体の内面(21a,21b)のうち電極取出し穴側と反対側の面(21b)上で電極取出し穴と対向する位置に形成されている場合、電極取出し穴側に設けられた電極(1)に半田を接触させる。これにより、電極取出し穴側の電極を半田からなる接続部材で取り出せる。

また、上記の製造方法で、レーザー加工を用いて電極取出し穴を形成することにより、電極取出し穴にテーバーをつけられる。

4.図面の簡単な説明

図1は、本発明に係るセンサの第1の実施の形態を示す断面図である。

図2は、図1のII-II'線方向の断面図である。

図3は、図1のIII-III'線方向の断面図である。

図4は、図2のIV-IV'線方向の拡大断面図である。

図5は、図2のV-V'線方向の拡大断面図である。

図6(a)～(d)は、センサを製造する際の主要な工程を示す断面図である。

図7(a)～(e)は、図6に引き続く工程を示す断面図である。

図8は、本発明に係るセンサの第2の実施の形態を示す断面図である。

図9は、図8のIX部拡大断面図である。

図10は、図8のA部拡大断面図である。

図11(a)～(c)は、センサを製造する際の主要な工程を示す断面図である。

図12は、圧力センサの従来例を示す断面図である。

図13は、図12のD-D'線方向の断面図である。

図14は、図12のE-E'線方向の断面図である。

図15は、図13のF-F'線方向の拡大断面図である。

図16は、図13のG-G'線方向の拡大断面図である。

## 5. 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明を実施の形態に基づき詳細に説明する。

### (第1の実施の形態)

図1は本発明に係るセンサの第1の実施の形態を示す断面図、図2は図1のII-II'線方向の断面図、図3は図1のIII-III'線方向の断面図、図4は図2のIV-IV'線方向の拡大断面図、図5は図2のV-V'線方向の拡大断面図である。図1には本発明が静電容量式圧力センサに適用された例が示されている。

圧力センサ20は、サファイア、シリコン、ガラス、アルミナ等によって形成された第1、第2の基板2A、2Bを直接接合することにより形成されたセンサ本体2を備えている。センサ本体2の内部にはキャビティ7が形成されている。また、このキャビティ7に連通する3つの電極取出し穴(4a、4b、4c)と、1つの大気圧導入用穴5が第1の基板2Aに貫通して形成されている。

前記したキャビティ7は、第2の基板2Bの内面中央部に設けた凹部8と第1の基板2Aとによって囲まれた空間により構成される。第2の基板2Bの中央部は、凹部8の形成によって厚みを薄くされることにより、ダイアフラム9を形成している。そして、第1の基板2Aと第2の基板2Bのキャビティ7を挟んで互いに近接して対向する内面21a、21bには、一対の固定電極1と可動電極3(3A、3B)とがそれぞれ形成されている。

固定電極1と可動電極3の材料としては、Pt/密着増強膜が用いられる。ここで、密着増強膜としては、Ti、V、Cr、Nb、Zr、Hf、Ta等が用いられる。本実施の形態においては、固定電極1と可動電極3として、Pt/Nbを用いた例を示す。この場合、図4に示されるように固定電極1

と可動電極3の上層側はPt、下層側はNbである。

可動電極3は、圧力に対して敏感なセンシング用電極3Aと、圧力に対して殆ど感度をもたないリファレンス用電極3Bとで構成されている。また、センシング用電極3Aとリファレンス用電極3Bの電極取出し部15A、15Bには、導電材料からなる可動電極取出し用のパッド24がそれぞれ設けられている。

このパッド24の材料としては、Au/バリア層/密着増強膜が用いられる。バリア層としては、Pt、Ni等が用いられる。密着増強膜としては、電極の密着増強膜と同様にTi、V、Cr、Nb、Zr、Hf、Ta等が用いられる。本実施の形態においては、Au/Pt/Nbを用いた例を示す。この場合、図4に示されるようにパッド24の表層側はAu、内層はPt、下層側はNbである。

このパッド24に対して、可動電極3をセンサ本体2の外部に取り出す接続部材が接続される。この接続部材は電極取出し穴4b、4cから挿入された接続ピン11が接合剤によりパッド24と接合された構造を有している。接合剤としては、半田12または導電性ペーストが用いられる。特に、半田12の材料としては、Sn-Agが用いられる。このようなSn-Ag半田12は、熔融時、パッド24の表面をなすAuとの濡れ性が非常に高く、固定電極1および可動電極3の表面をなすPtに対しては濡れ性が低いという特長を有している。

接続ピン11の接続に際しては、まず下端部にSn-Ag半田12が塗布された接続ピン11を電極取出し穴4b、4cにそれぞれ圧入して、Sn-Ag半田12をパッド24に接触させる。この状態で所定温度に加熱してSn-Ag半田12を熔融した後、冷却して接続ピン11をパッド24に固着する。これによりセンシング用電極3A、ファレンス用電極3Bがパッド24およびSn-Ag半田12を介して接続ピン11と電氣的に接続される。

可動電極3(3A、3B)と接続ピン11との接続において、表面がAuからなるパッド24を電極取出し部15A、15Bにそれぞれ設け、このパッド24にSn-Ag半田12を介して接続ピン11を機械的および電氣的に接続すると、熔融時のSn-Ag半田12はパッド24との濡れ性が非常に高いので十分な接合強度をもった接続が得られる。しかし、熔融時のSn-Ag半田12は表面がPtからなる電極材料に対しては濡れ性が低い、言い換えれば電極取出し部15A、15Bの表面に沿って流れ難い。このためSn-Ag半田12は固定電極1と接触することがないので、固定電極1と可動電極3との短絡を招くおそれが少ない。

また、第2の基板2Bの内面21bで第1の電極1の電極取出し部14に対応する部位には、図5に示されるように固定電極取出し用の導電性パッド25が設けられている。このパッド25は可動電極用のパッド24と同一材料によって形成されており、固定電極用の接続ピン11がSn-Ag半田(または導電性ペースト)12を介して接続されて、接続部材が形成される。また、Sn-Ag半田12が固定電極1

の電極取出し部14に接触することで固定電極1と接続ピン11とが電氣的に接続され、もって静電容量式圧力センサが完成する。

固定電極1と接続ピン11との接続においても、可動電極3と接続ピン11との接続と同様に、Sn-Ag半田12と、Au/Pt/Nbからなるパッド25とを用いると、熔融時のSn-Ag半田12はパッド25との濡れ性が非常によいので、十分な接合強度をもった接続が得られる。また、Sn-Ag半田12はパッド25の表面全体に広がるので、キャビティ7の深さdが数μmである本圧力センサ20では、毛細管力によりSn-Ag半田12はパッド25上をキャビティ7を埋めるように広がって固定電極1の電極取出し部14と接触する。したがって、固定電極1と接続ピン11とを確実に導通させることができる。また、電極材料とは濡れ性が低いので、Sn-Ag半田12が可動電極3と接触することはない。固定電極1と可動電極3との短絡を招くおそれが少ない。

以上では、接続部材の作成方法として、下端部にSn-Ag半田12が塗布された接続ピン11を電極取出し穴4に圧入する方法を例示した。しかしこれに限らず、第2の基板2Bがダイシング前のウエハの状態において所望の電極取出し穴に予め半田ボールまたは柱状の半田を挿入しておき、しかる後接続ピンを挿入して加熱する方法を採ってもよい。このような方法でも上記の方法と同様な効果が得られ、一度に大量の電極取出し構造をもつ静電容量式圧力センサが得られる。

次に、本実施の形態の圧力センサの製造方法について説明する。図6および図7はこの圧力センサを製造する際の主要な工程を示す断面図である。ただし図6および図7には、一方の基板にキャビティ、電極取出し穴および固定電極を形成し、他方の基板をダイアフラムとして用いた圧力センサの製造工程が示されている。

圧力センサの製造に際しては、厚みの厚いサファイアウエハ30を用意する(図6(a))。このサファイアウエハ30に電極取出し穴31と大気圧導入用穴(図示せず)を貫通形成する(図6(b))。これらの電極取出し穴31と大気圧導入用穴を形成する方法としては、機械加工、レーザー加工、超音波加工等がある。

次いで、サファイアウエハ30の内側となる面に、キャビティ7となる所望の深さの凹部8を形成する(図6(c))。凹部8の形成は、基板材料がサファイアのときはドライエッチングで行い、ガラス、アルミナのときはドライエッチングまたはウェットエッチングのいずれで行ってもよい。キャビティ7の平面形状は図2に示されるような円形でもよいし、四角形でもよい。

次いで、凹部8の底面の所望の位置に固定電極1を形成する(図6(d))。固定電極1の材料は、Pt/密着増強膜である。密着増強膜としては、Ti, V, Cr, Nb, Zr, Hf, Ta等が用いられる。密着補強膜の成膜方法は、真空蒸着、イオンプレーティング、スパッタリング等があり、

電極形状に形成するにはシャドーマスクでの成膜とフォトリソグラフィ・エッチングによる方法とがある。

次に、ダイアフラムウエハ35を用意する(図7(a))。このダイアフラムウエハ35の内側となる面に、前記固定電極1と同様の材料、同様の方法で所望の位置に可動電極3を形成する(図7(b))。

続いて、電極取出し用のパッド24,25を形成する(図7(c))。パッド材料はAu/バリア層/密着増強膜で、例えばAu/Pt/Nbが用いられる。パッド24,25は、真空蒸着、イオンプレーティング、スパッタリング等によって成膜される。

次に、基板30,35を洗浄した後、400°C〜1300°Cで基板30,35を直接接合することで、強固な接合が得られる(図7(d))。

最後に、下端部にSn-Ag半田12が塗布された接続ピン11を電極取出し穴31に圧入し、240°Cから300°Cで加熱熔融した後、冷却して接続ピン11をパッド24,25に固着する(図7(e))。こうして固定電極1-接続ピン11-パッド25、可動電極3-パッド24-接続ピン11をそれぞれ機械的および電氣的に接合する。

この接続ピン11の接合工程は、ダイシングで一つ一つのチップに分割した後に行われる。しかし、一度に電極を取り出すために、ダイシングで分割する前にSn-Ag半田12を挿入してコンタクトをとるようにしてもよい。この方法によれば、円柱状のブリフォームのSn-Ag半田を電極取出し穴31に挿入し、240°Cから300°Cで加熱することで、ウエハの状態で電極が取出せる構造ができあがる。これによりパッケージ方法に依存するが、大量生産が可能となる。

(第2の実施の形態)

図8は本発明に係るセンサの第2の実施の形態を示す断面図、図9は図8のD部拡大断面図、図10は図8のA部拡大断面図である。図1と同じく、図8にも本発明が静電容量式圧力センサに適用された例が示されている。なお、図1〜図5と同一部分については同一符号をもって示し、その説明を適宜省略する。

図8に示された圧力センサ120は、キャビティ7内の固定電極1および可動電極3をセンサ本体2の外に取り出す接続部材の構造が図1に示された圧力センサ20と異なる。すなわち、圧力センサ120ではキャビティ7を外と連通させる電極取出し穴104a〜104cを半田111で埋め込み、この半田111を接続部材として利用する。

センシング用電極3Aとリファレンス用電極3Bの電極取出し部15A,15Bには、可動電極取出し用のパッド24がそれぞれ設けられている。このパッド24は、図4に示されたのと同じものであり、例えばAu/Pt/Nbが使用される。接合剤としても機能する半田111には、半田12と同一材料であるSn-Agが用いられる。

可動電極3の接続部材は、十分な量の熔融半田111を電極取出し穴104b,104cから流し込み、この半田111を冷

却することによって形成される。この際、上述したように、熔融時のSn-Ag半田111は表面がAuからなるパッド24との濡れ性が非常によいので、凝固した半田111はパッド24と強固に接合される。その一方で、熔融時のSn-Ag半田111は表面がPtからなる電極材料に対しては濡れ性が低いので、流し込まれたSn-Ag半田111が仮にパッド24上から溢れ出したとしても、電極取出し部15A,15Bの表面に沿って流れ難く、固定電極1と可動電極3との短絡を招くおそれが少ない。

また、第2の基板2Bの内面21bで第1の電極1の電極取出し部14に対応する部位には、固定電極取出し用の導電性パッド25が設けられている。このパッド25は可動電極用のパッド24と同一材料によって形成されている。

固定電極1の接続部材も可動電極3の接続部材と同様に形成され、Sn-Ag半田111と、表面がAuからなるパッド25とを用いることにより、両者は強固に接合される。また、キャビティ7の深さdが数μmであるので、毛細管力によりSn-Ag半田111はパッド25上をキャビティ7を埋めるように広がり、固定電極1の電極取出し部14と接触する。これにより、固定電極1と半田111からなる接続部材とを確実に導通させることができる。なお、半田111は電極材料とは濡れ性が低いので、固定電極1と可動電極3との短絡を招くおそれが少ない。

ところで、電極取出し穴104a~104cには、第1の基板2Aの外側から内側に向かって内径が小さくなっていくようなテーパがついている。このテーパにより、熔融半田111の流れ込みがスムーズになるという効果が得られる。ただし、電極取出し穴111にテーパがついていなくても熔融半田111を流し込めるので、必ずしもテーパがついていなくてもよい。

次に、本実施の形態の圧力センサの製造方法について説明する。図11はこの圧力センサを製造する際の主要な工程を示す断面図である。ただし図11には、一方の基板にキャビティ、電極取出し穴および固定電極を形成し、他方の基板をダイアフラムとして用いた圧力センサの製造工程が示されている。

まず、図11(a)に示される部材を用意する。この部材は前掲の図6(a)~(d)、図7(a)~(d)に示されたのと同様の方法で作成される。ただし、電極取出し穴131の内径は50~500μm程度であり、パッド24,25上から電極取出し穴131の出口(キャビティ7を形成する第1の基板130の内面における部分)までの高さは300~700μm程度である。また、図11(a)に示されるように電極取出し穴131にテーパをつけるには、レーザー加工を用いてサファイアウエハ130に電極取出し穴131を貫通形成すればよい。

次に、電極取出し穴131の入口(第1の基板130の外側における部分)にSn-Agからなる半田ボール111Aを配置する。半田の塊である半田ボール111Aの大きさは、次の工程で熔融された半田111がキャビティ7内におけるパ

ッド24,25上の空間および電極取出し穴131を満たすように決められる。この半田ボール111Aの直径は電極取出し穴131の入口の内径よりも大きいので、半田ボール111Aがキャビティ7内に落ちてしまうことはない。なお、電極取出し穴131の入口の周囲にジグ127を取り付けることで、半田ボール111Aを所望の位置に配置しやすくなる(図11(b))。

次いで、センサ本体を240℃から300℃で加熱して、半田ボール111Aを熔融し電極取出し穴131からパッド24,25上に流し込む。そのあと冷却して、パッド24,25に接合された半田111で電極取出し穴131を埋め込み、この半田111を接続部材として利用する。最後にジグ127を取り除き、完成する(図11(c))。

上記の条件(電極取出し穴131の内径、パッド24,25から電極取出し穴131の出口までの高さ、温度)の下では、熔融半田111はそれ自体の重さのみで電極取出し穴131からパッド24,25まで達する。しかし、電極取出し穴131の内径および半田111の組成等によっては、半田111の表面張力および電極取出し穴131内面の摩擦係数等により、熔融半田111自体の重さだけではキャビティ7内に流れ込まない場合も想定できる。このような場合には、次のような方法で熔融半田111の流入を促すことができる。

第1の方法は、センサ本体2の外部とキャビティ7の内部との圧力差を利用する方法である。図11(b)に示される工程では各電極取出し穴131は半田ボール111Aによって蓋をされているので、大気圧導入用穴(図3の大気圧導入穴5参照)がある場合にはその穴を塞ぐことによって、キャビティ7は密閉される。この状態でセンサ本体2の外圧を十分高くして加熱すれば、電極取出し穴131の両側の圧力差によって、熔融された半田111を強制的に電極取出し穴131からキャビティ7内に導入できる。また、大気圧導入用穴がある場合には、この穴から排気してキャビティ7内を減圧することによっても、同様の効果が得られる。

第2の方法は、電極取出し穴131の内面の濡れ性を良くする方法である。例えば電極取出し穴131の内面をAuで覆うことによって熔融半田111の濡れ性が高くなるので、熔融半田111は流れ込みやすくなる。電極取出し穴131の入口付近のみをAuで覆っても効果が得られる。

以上、本発明を静電容量式圧力センサに適用した例を示したが、本発明はこれに特定されるものではなく、センサ本体のキャビティ内に設けられた電極を外部に取り出すようにしたセンサであれば何でもよく、例えば容量式加速度センサ等にも適用可能である。

また、キャビティについては、2つの基板の一方に凹部を形成してキャビティを作成する例を示したが、2つの基板の間にスペーサを挟んでキャビティを作成するようにしてもよい。

以上説明したように、本発明のセンサでは、電極に対



15

して濡れ性が低い接続部材と、この接続部材と濡れ性の高いパッドを用いて電極を取出すようにする。これにより、接続部材と電極とを強固に接合できるとともに、熔融された接続部分の一部が電極面上に流れて電極どうしが短絡するおそれがなく、電極と接続部材とを確実に導通させることができる。したがって、従来よりも歩留まりがよく、量産性に優れたセンサを実現できる。

この場合、接続剤で接続ピンをパッドに接合して接続部材を形成することによって、接続部材と電極との極めて確実な導通が得られる。

一方、電極取出し穴を半田で埋め込み、この半田を接続部材として利用することによって、簡単に接続部材を形成できる。

このとき、電極取出し穴をテーバーをつけることによ

16

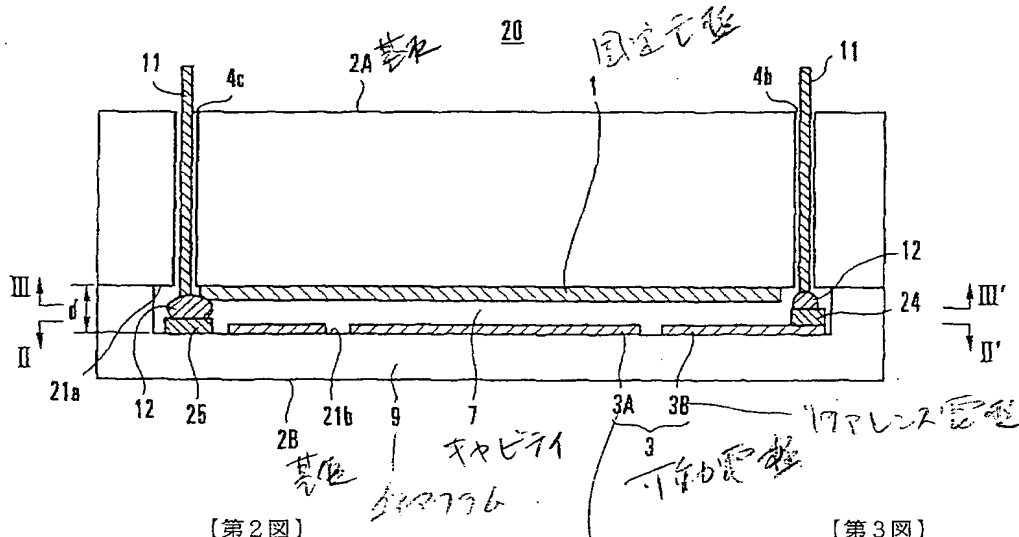
＊って、熔融半田の流れ込みがスムーズになるという効果が得られる。

また、このとき、電極取出し穴の内面を半田に対して濡れ性の高い材料で覆うことにより、埋め込み半田からなる接続部材を確実に作成できる。

また、本発明のセンサ製造方法では、電極取出し穴からパッド上に熔融半田を流し込み、電極取出し穴を熔融半田で満たしたあと冷却して、電極取出し穴を半田で埋め込む。この半田を接続部材として利用することによって、接続部材の形成が簡単になる。

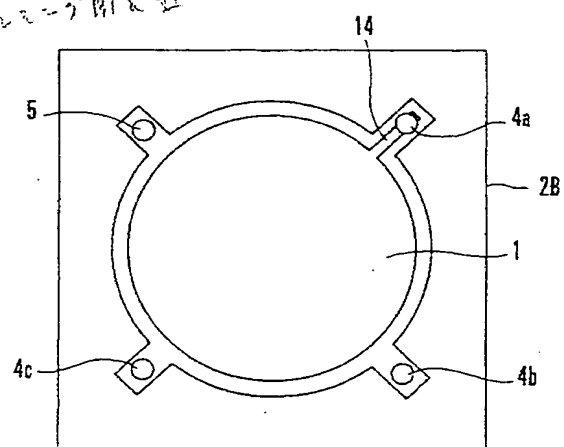
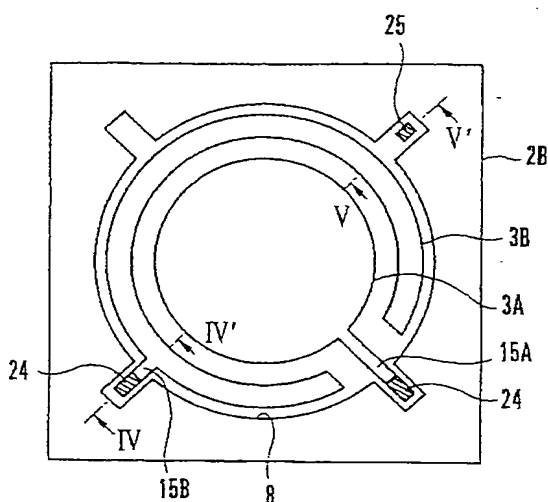
この製造方法において、レーザー加工を用いて電極取出し穴を形成すれば、電極取出し穴にテーバーをつけられるので、熔融半田をスムーズに流し込めるようになる。

【第1図】

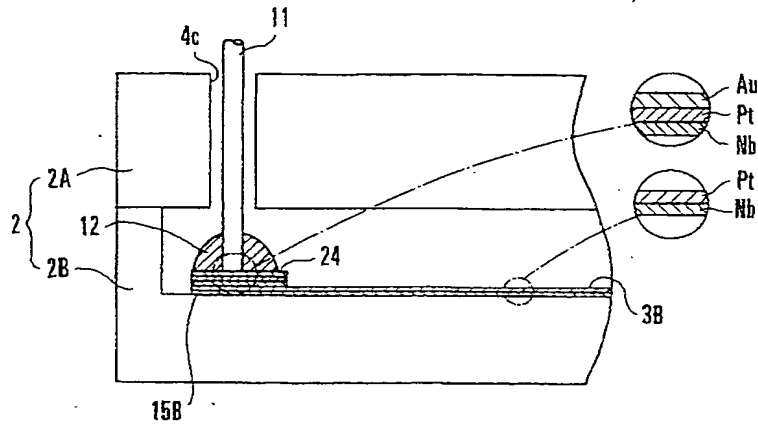


【第2図】

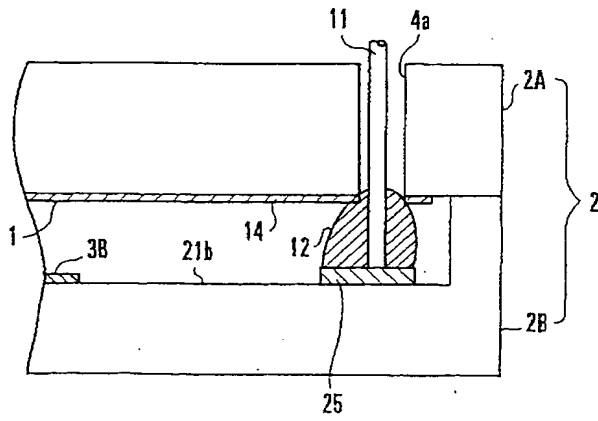
【第3図】



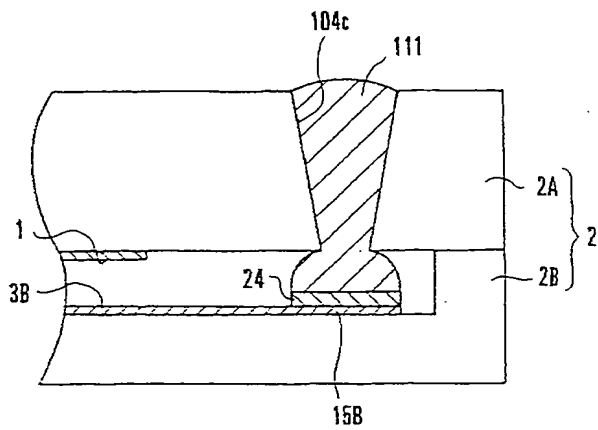
【第4図】



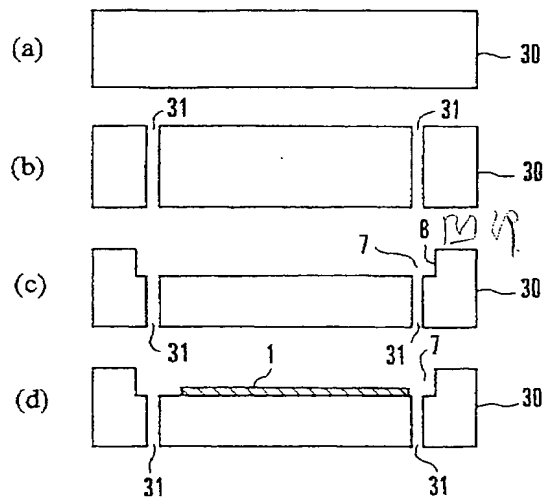
【第5図】



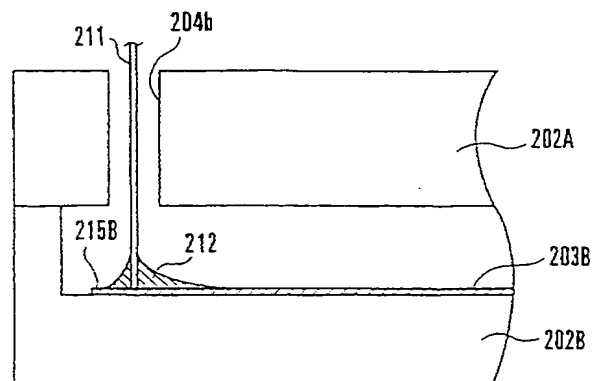
【第9図】



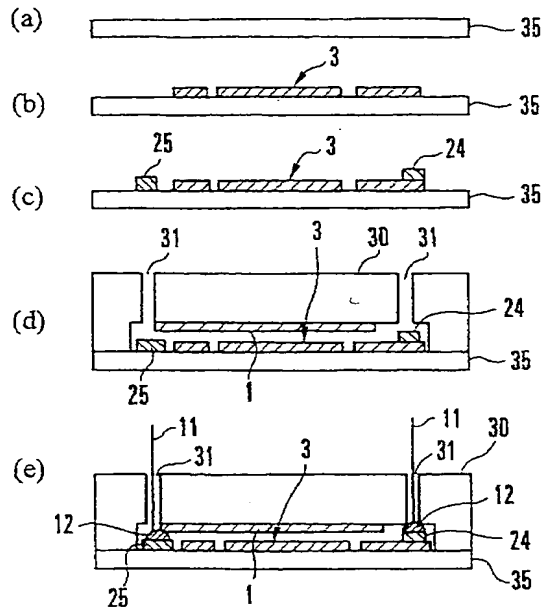
【第6図】



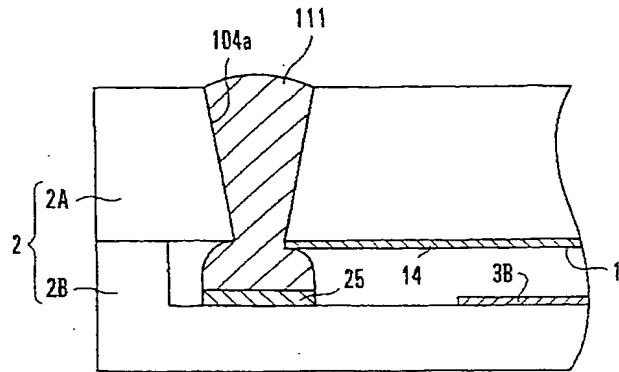
【第15図】



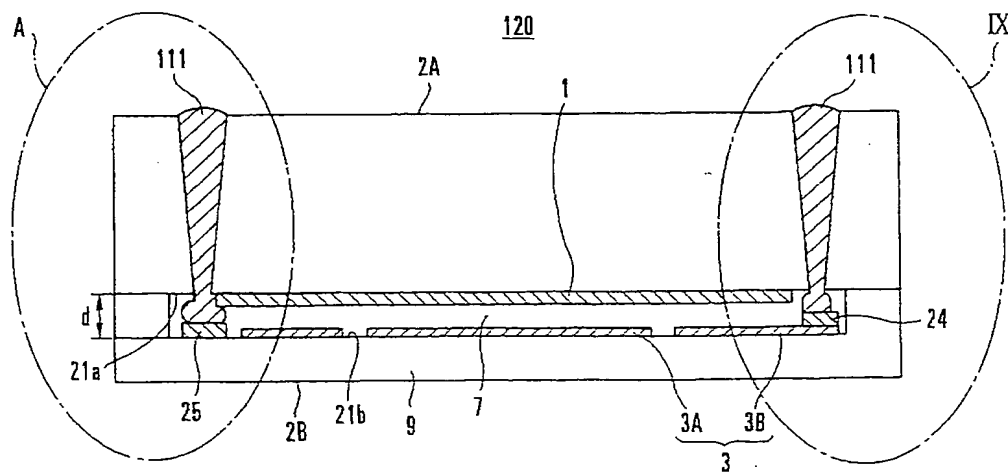
【第7図】



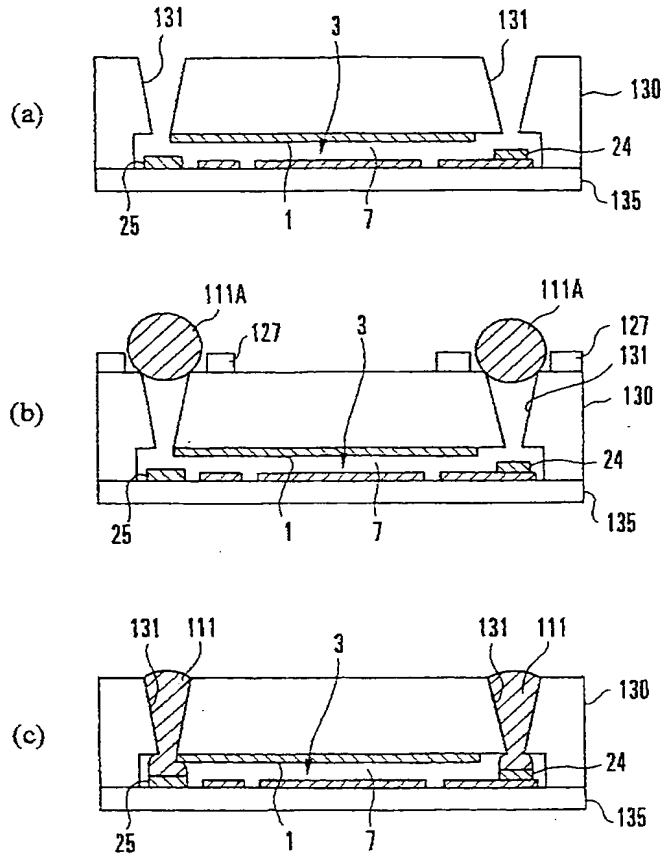
【第10図】



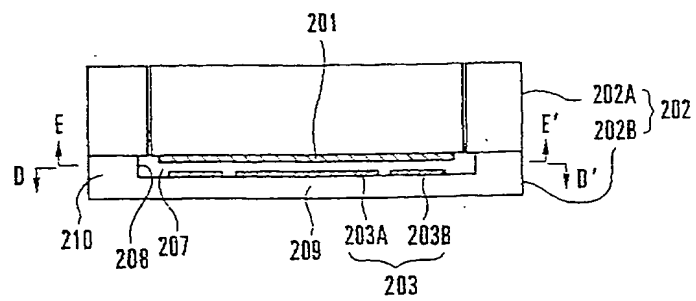
【第8図】



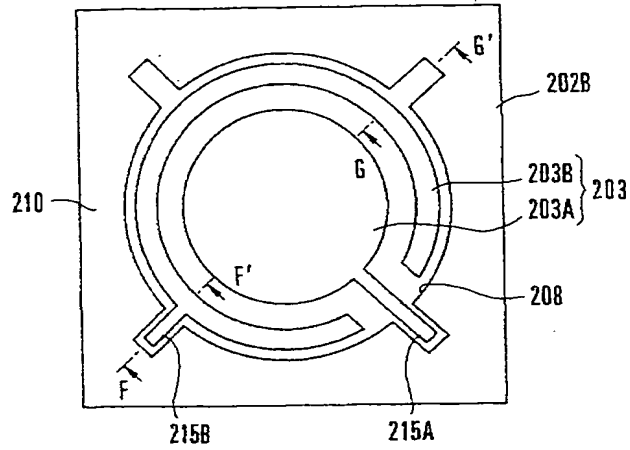
【第 1 1 図】



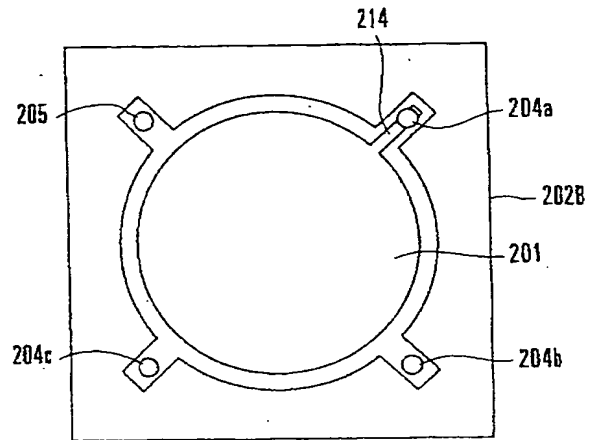
【第 1 2 図】



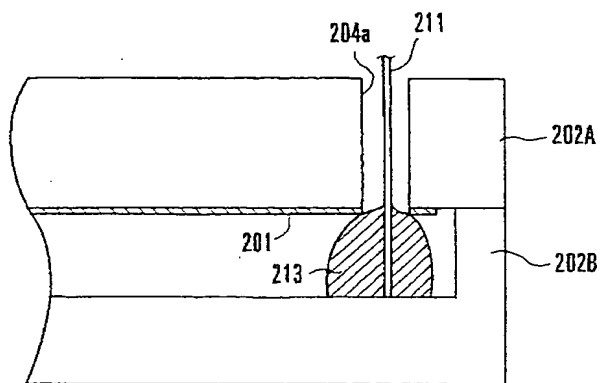
【第 1 3 図】



【第 1 4 図】



【第 1 6 図】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 平 7-113817 (J P, A)  
 特開 昭 63-192203 (J P, A)  
 特開 昭 58-198739 (J P, A)  
 特開 平 5-264576 (J P, A)  
 特開 平 6-163935 (J P, A)  
 特表 平 9-501231 (J P, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)

G01L 9/12  
 G01P 15/125  
 H01L 29/84